

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11103564
PUBLICATION DATE : 13-04-99

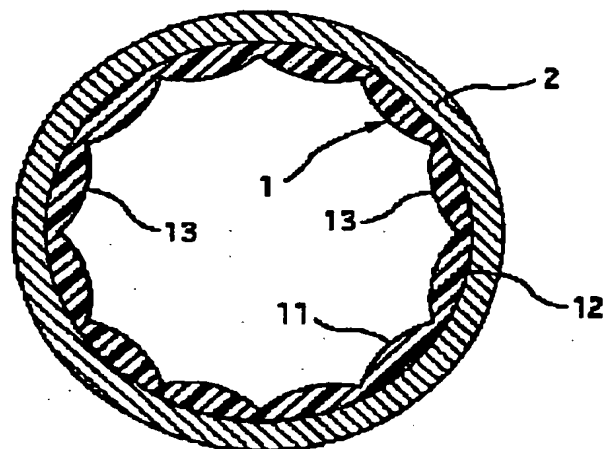
APPLICATION DATE : 29-09-97
APPLICATION NUMBER : 09263365

APPLICANT : AICHI STEEL WORKS LTD;

INVENTOR : NAGAYA DAISUKE;

INT.CL. : H02K 15/03 H01F 1/053 H01F 7/02
H02K 1/27

TITLE : FIELD ELEMENT OF RADially
ANISOTROPIC MAGNETIC FIELD
TYPE MOTOR, AND ITS
MANUFACTURE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a field element of a radially anisotropic magnetic field type motor, wherein it has superior torque to weight ratio and cogging torque of reduced markedly from the conventional case is realized.

SOLUTION: In a cylindrical field magnet 1 of a motor, the mixture of anisotropic magnetic powder with a binder is shaped into a form of a ring, and its field has a radial magnetic orientation, its anti-armature side peripheral surface 12 is circular, its armature-side peripheral surface 11 has a plurality of magnetic pole surfaces 13, whose circumferential polarities are formed alternately at predetermined pitches by being magnetized radially, each magnetic pole surface 13 is protrusive furthest to the armature side in the circumferentially central portion thereof, both the adjacent boundaries of each magnetic pole surface 13 are recessed most to the anti-armature side, each magnetic pole surface 13 has a corrugated curved surface which is gradually separated from the armature of the motor as proceeding circumferentially from the central portion thereof to both the boundary portions thereof, and a maximum magnetic energy (BH) max of not less than 13 MGOe is formed in the radial direction. A field element of a radially anisotropic magnetic field type motor comprises this cylindrical field magnet 1 and a soft magnetic field yoke 2 which makes contact with the anti-armature side peripheral surface 12 of the cylindrical field magnet 1.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-103564

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月13日

(51) Int. Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 2 K 15/03

H 0 2 K 15/03

C

H 0 1 F 1/053

H 0 1 F 7/02

C

7/02

H 0 2 K 1/27

S 0 2 A

H 0 2 K 1/27

5 0 2

H 0 1 F 1/04

H

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平9-263365

(22) 出願日

平成9年(1997) 9月29日

(71) 出願人 000116655

愛知製鋼株式会社

愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地

(72) 発明者 度會 亜起

愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製
鋼株式会社内

(72) 発明者 本蔵 義信

愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製
鋼株式会社内

(72) 発明者 松岡 浩

愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製
鋼株式会社内

(74) 代理人 弁理士 大川 宏

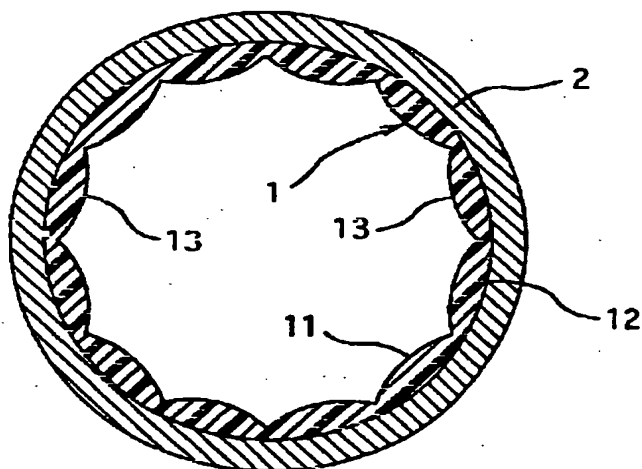
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ラジアル異方性磁石界磁型モータの界磁子及びその製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 優れたトルク重量比を有するとともに従来よりコギングトルクの格段の低減を実現したラジアル異方性磁石界磁型モータの界磁子を提供する。

【解決手段】 異方性磁粉およびバインダの混合物をリング形状に形成するとともに径方向へ磁場配向してなり、反電機子側の周面12は円形状を有し、電機子側の周面11は径方向への着磁により所定ピッチで周方向極性交互に形成された複数の磁極面13をもち、磁極面13の周方向中央は電機子側へ最も突出し、磁極面13の隣接境界は反電機子側へ最も凹み、磁極面13は周方向中央から境界部へ向かうにつれて次第に電機子から離れる波形曲面形状を有し、径方向において13MGOe以上の最大磁気エネルギー(BH)maxをもつ筒状界磁磁石1と、筒状界磁磁石1の反電機子側の周面12に接する軟磁性の界磁ヨーク2とによりラジアル異方性磁石界磁型モータの界磁子を構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】磁気異方性を有する異方性磁粉およびバインダの混合物をリング形状に形成するとともに径方向へ磁場配向してなり、反電機子側の周面は円形形状を有し、電機子側の周面は径方向への着磁により所定ピッチで周方向極性交互に形成された複数の磁極面をもち、前記磁極面の周方向中央は電機子側へ最も突出し、前記磁極面の隣接境界は反電機子側へ最も凹み、前記磁極面は前記周方向中央から前記境界部へ向かうにつれて次第に電機子から離れかつ曲率半径が減少する波形曲面形状を有し、13MG0e以上の最大磁気エネルギー(BH)maxをもつ筒状界磁磁石と、前記筒状界磁磁石の反電機子側の周面に接する軟磁性の界磁ヨークと、を備えることを特徴とするラジアル異方性磁石界磁型モータの界磁子。

【請求項2】請求項1記載のラジアル異方性磁石界磁型モータの界磁子において、前記界磁ヨークは、筒状界磁磁石の反電機子側の周面に嵌め込まれており、前記筒状界磁磁石の前記反電機子側の周面と前記界磁ヨークの磁石側周面との間の空隙の径方向長は、前記筒状界磁磁石の前記反電機子側の周面の半径の0.5%未満とされていることを特徴とするラジアル異方性磁石界磁型モータの界磁子。

【請求項3】請求項1記載のラジアル異方性磁石界磁型モータの界磁子の製造方法において、前記界磁ヨークが挿入された金型に前記混合物を注入して前記筒状界磁磁石を前記界磁ヨークと一体に成形することを特徴とするラジアル異方性磁石界磁型モータの界磁子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ラジアル異方性磁石界磁型モータの界磁子に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、ハードディスク駆動モータやCD-ROM駆動モータなどのスピンドルモータについては、永久磁石を界磁極とする界磁子と、それと対面して相対回転する電機子とをもつ構造簡単な永久磁石型モータが用いられている。この種のモータでは、通常、コギングトルクを低減することが最優先課題であり、そのため、従来より以下の提案がなされていた。特開平6-217478号公報によれば、セグメント磁石をヨークの外周面に極性交互に周方向所定ピッチで貼り付けて磁石界磁型モータの界磁子を製造することを開示している。また、各セグメント磁石は、内周面を円弧状に形成し、セグメント磁石間の磁極境界部の径方向厚さを磁極中央部の径方向厚さの0.3~0.7倍の範囲内に設定

し、かつ、この永久磁石の外周面の形状を所定の数式で表わされる曲面形状に形成することも提案している。

【0003】特開平8-336249号公報の界磁子は、リング形状の磁石の磁極端部に溝を付与して、磁極端部の磁束密度の変化を滑らかにすることを提案している。特開平9-213521号公報によれば、ラジアル方向に磁化をかけて着磁したリング磁石において、電機子側の周面が円であって、反電機子側の周面を各辺が複雑な曲面形状を有する略多角形の筒状ラジアル異方性界磁磁石により界磁子を製造することを提案している。

【0004】

【発明が解決しようとする問題点】近年、モータ体格の小型計量化を図るため及び永久磁石作製技術の進展により、(BH)maxが13MG0e以上というような強力なラジアル異方性セグメント磁石が界磁子に採用されてきたが、このような高い(BH)maxを有する界磁子では、上述の各種従来技術によってコギングトルクの低減を十分に実現できないという問題が生じることがわかった。

【0005】本発明は上記問題点を鑑みなされたものであり、(BH)maxが13MG0e以上というようなラジアル異方性磁石を用いることにより優れたトルク重量比を有するとともに従来よりコギングトルクの格段の低減を実現したラジアル異方性磁石界磁型モータの界磁子を提供することを、その解決すべき課題としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1記載のラジアル異方性磁石界磁型モータによれば、磁気異方性を有する異方性磁粉およびバインダの混合物をリング形状に形成するとともに径方向へ磁場配向してなり、反電機子側の周面は円形形状を有し、電機子側の周面は径方向への着磁により所定ピッチで周方向極性交互に形成された複数の磁極面をもち、前記磁極面の周方向中央は電機子側へ最も突出し、前記磁極面の隣接境界は反電機子側へ最も凹み、前記磁極面は前記周方向中央から前記境界部へ向かうにつれて次第に電機子から離れかつ曲率半径が減少する波形曲面形状を有し、13MG0e以上の最大磁気エネルギー(BH)maxをもつ筒状界磁磁石と、前記筒状界磁磁石の反電機子側の周面に接する軟磁性の界磁ヨークとによりラジアル異方性磁石界磁型モータの界磁子を構成することにより、有効トルクに対するコギングトルクの割合を従来より格段に低減することができることを見出した。

【0007】なお、上述した「前記磁極面は前記周方向中央から前記境界部へ向かうにつれて次第に電機子から離れかつ曲率半径が減少する波形曲面形状」とは、局部的に曲率半径が一定である場合を含むものとする。以下、本構成の筒状界磁磁石の構成による作用効果を説明する。まず、本発明者らは上記各種従来技術に最大磁気エネルギー(BH)maxが13MG0e以上といった

ラジアル異方性磁石を用いた場合のコギングトルク増大の原因を調べた。

【0008】その結果、以下のことがわかった。まず、ヨークの周面にセグメント形状のラジアル異方性磁石を貼付けた場合、以下の理由によりコギングトルクが顕著に増大することがわかった。すなわち、このようなセグメント磁石の貼付けにより製造された界磁子（以下、セグメント磁石貼付け型界磁子ともいう）では、周方向に隣接するセグメント磁石間の隙間のばらつき、及び、セグメント磁石とヨークとの間の接着材層の厚さのばらつきにより、界磁子と電機子との間の電磁空隙の磁界強度がばらつき、これがコギングトルクを増大させる。

【0009】従来のような等方性磁石では、上述したばらつきによる磁束分布のばらつきは、磁束がセグメント磁石中を周方向へ横流れすることにより、ヨークを一部又は全面的にバイパスして、周方向に隣接する等方性セグメント磁石間で直接流れることにより著しく緩和される。ところが、高トルクを得るためにラジアル異方性磁石からなるセグメント磁石を用いる場合には、このような磁束の横流れ作用はほとんど期待できず、磁束はあくまでもヨークを通じて流れる。このため、上述した周方向に隣接するセグメント磁石間の隙間のばらつき、及び、セグメント磁石とヨークとの間の接着材層の厚さのばらつきがそのまま電磁空隙の磁界強度に反映され、以下の理由により、コギングトルクが増大することがわかった。

【0010】すなわち、このようなセグメント磁石の貼付けにより製造された界磁子（以下、セグメント磁石貼付け型界磁子ともいう）では、周方向に隣接するセグメント磁石間の隙間のばらつき、及び、セグメント磁石とヨークとの間の接着材層の厚さのばらつきにより、界磁子と電機子との間の電磁空隙の磁界強度がばらつき、これがコギングトルクを増大させる。

【0011】次に、単にリング形状の磁石の磁極端部に溝を形成する場合、等方性磁石ではコギングトルクは低減するが、ラジアル異方性磁石を用いる場合には以下の理由によりコギングトルクが顕著に増大することがわかった。すなわち、このような磁極端部に角溝を形成した場合、従来の等方性磁石の場合には、この磁極の表面形状の不連続な変化及びそれによる周方向各部における局部的磁気抵抗の急変に対して、着磁時に磁束がこの等方性磁石中を周方向に横流れし、それにより電磁空隙の磁束密度の周方向における急変を緩和する。

【0012】しかし、ラジアル異方性磁石では、磁石中を磁束が周方向へ横流れすることはほとんど期待できないため、このような磁極面の急激な段差は電磁空隙の磁界強度の周方向分布を急変させてしまい、以下の理由により、コギングトルクが増大することがわかった。以上の点から、単に筒状界磁磁石形状の磁極面に溝を設けたり、セグメント磁石を貼付けたりした界磁子は、ラジアル

異方性磁石に対しては上述の理由によるコギングトルクの急増によりコギングトルクに敏感な用途において実用に耐え得ないということがわかった。

【0013】次に、ラジアル異方性磁石により筒状界磁磁石を形成し、反電機子側の周面を各辺が複雑な曲面形状を有する略多角形とする場合、当然、筒状界磁磁石のこの多角形状の反電機子側の周面には同一形状のヨークが嵌合されることになるが、このような嵌合面を寸法公差 $\pm 0.05\text{mm}$ 以下に精度よく作ることは極めて困難であるので、この嵌合面における隙間のばらつきが上述したようにラジアル異方性磁石ではコギングトルク大幅な増大を招いてしまう。

【0014】上述した従来の問題に鑑み、本構成の界磁子では、まず界磁磁石に、 13MG Oe 以上の最大磁気エネルギー $(BH)_{\text{max}}$ をもつラジアル異方性磁石を採用することにより体格増大を抑止しつつ有効トルクを増大させ、筒状に形成することによりセグメント磁石における接着剤層のばらつきやセグメント磁石間の隙間のばらつきをなくし、電機子側の周面を波形曲面とすることにより、ラジアル異方性磁石の磁束横流れ不足による電磁空隙の周方向磁界強度の急激な変化を防ぎ、ヨーク側（反電機子側）の周面を円形とすることによりヨークの磁石側周面の加工を省くと共に、両者間の隙間ばらつきを大幅に減らしてそれによるコギングトルクの低減を図ったものである。

【0015】結局、本構成によれば、ラジアル異方性磁石による大きな有効トルクと小さいコギングトルクとにより、優れた有効トルク／コギングトルク比をもつ界磁子を実現することができる。請求項2記載の構成によれば請求項1記載のラジアル異方性磁石界磁型モータの界磁子において更に、筒状界磁磁石と界磁ヨークとの嵌合隙間は筒状界磁磁石の反電機子側の周面の半径の 0.5% 未満とされる。このようにすれば、コギングトルクを良好に抑止できることがわかった。

【0016】すなわち、本発明者らは、最大磁気エネルギー $(BH)_{\text{max}}$ に優れたラジアル異方性磁石では、微小に見える筒状界磁磁石とそれに嵌合するヨークとの間の隙間のばらつきが、等方性磁石のように磁束の横流れがないために大きなコギングトルク増大を生じさせることを見出した。したがって、この嵌合隙間を上述の値未満に低減することにより、ラジアル異方性磁石とヨークとを嵌合させる場合であっても、コギングトルク／有効トルクの比率を実用上十分な範囲にまで低減できることがわかった。

【0017】請求項3記載の構成によれば請求項1記載のラジアル異方性磁石を製造するに際し、筒状界磁磁石と界磁ヨークとをインサート成形により成形する。このようなインサート一体成形は、プレス成形による筒状界磁磁石の単独成形及びその嵌合、接着に比較して格段にコスト上昇を招き、通常は用いられないが、本発明者ら

は、この製造方法によれば筒状界磁磁石と界磁ヨークとの間の隙間をほぼ0とすることができるので、上述の理由によりコギングトルクを大幅に低減できることがわかった。更に、有効トルクも増大することができる。

【0018】

【発明を実施するための形態】ラジアル異方性磁粉としては、NdFeB系、SmFeN系、SmCo系などを採用することができ、バインダとしては樹脂あるいは無機質材料あるいは低融点金属等を採用することができる。本発明の好適な態様を以下の実施例を参照して説明する。

【0019】

【実施例】NdFeB系異方性磁粉を150℃の温度でラジアル方向に磁場配向しながら金型内で約10ton/cm²の圧力をかけ、図1（実施例）、図2（比較例1）、図3（比較例2、3）、図4（比較例4）に示す磁石を製作した。ここで、磁石の最大磁気エネルギー積(BH)maxは17MGOeである。

【0020】ここに、実施例の磁石形状は外径φ21.6mmで、内径φ19.4mmで、奥行きt4.5mm、波形部の弧半径Rは8mmである。ヨーク材料SUM22鋼で、その形状は、外径φ22.6mmで、内径φ21.6mmで、奥行きはt4.5mmである。着磁は1800Vの電圧を印加し、12極のラジアル着磁を施した。

【0021】比較例1の磁石形状は、実施例1の1極分の磁石の形状で、外径弧半径10.8mmで、最大肉厚1.1mmで内径側の円弧半径は8mmで、奥行きt4.5mmのセグメント磁石を圧縮成形により製作し

た。12個のセグメント磁石を接着剤で前述のSUM22からなるヨークに貼り付けた。その後、1800Vの電圧を印加し、ラジアル着磁を施した。

【0022】比較例2の磁石形状は、磁石形状を外径φ21.6mmで、内径φ19.4mmで、奥行きt4.5mm、溝部角度をθとして、広報(2)でもっとも効果が高かったθ=7.5degを比較例2の磁石形状とし、θ=9degの場合を比較例3の磁石形状とした。尚、ヨーク材料はSUM22鋼で、その形状は、外径φ22.6mmで、内径φ21.6mmで、奥行きはt4.5mmである。着磁は1800Vの電圧を印加し、12極のラジアル着磁を施した。

【0023】比較例4の磁石形状は、磁石の形状を内径φ19.4mm、外径は正12角形でその外接円の直径を21.6mmとし、奥行きはt4.5mmである。尚、ヨーク材料SUM22鋼で、その形状を、外径φ22.6mmで、内径側は正12角形でその外接円の直径をφ21.6mmとした、奥行きはt4.5mmである。着磁は1800Vの電圧を印加し、12極のラジアル着磁を施した。

【0024】各ロータを用いてモータを組立て、モータ特性を調べた。モータの特性としては、コギングトルクと逆起電力定数を測定した。逆起電力定数は、モータをN=1800rpmで強制的に回転させたときに、相関に発生した電圧の波高さ値Eを計測しその値から、 $k_e = E/N$ (V/krpm) の計算式により求めた。それらの結果を表1に示す。

【0025】

【表1】

実施例 No.	コギングトルク TC(gfcm)	逆起電力 ke(V/krpm)	Ke/Tc	ヨーク 嵌合性	コギング 評価
実施例1	1.37	1.35	0.99	A	A
比較例1	11.3	1.32	0.12	B	C
比較例2	13.0	1.39	0.11	A	C
比較例3	10.7	1.38	0.13	A	C
比較例4	29.0	1.7	0.06	C	C

A：良好，B：あまり良くない，C：悪い

表1によれば、比較例はすべてコギングトルクが著しく大きくなっているのに対して、本実施例は比較例に比べて著しくコギングトルクが小さな値を示し、スピンドルモータのTC≤4gfcmのレベルを満足していることが明らかとなった。

【0026】また、モータ性能のトータル評価として

は、逆起電力定数を大きくし、コギングトルクを低減することが好ましいため、その視点で、Ke/Tcを一つの指標とした。さらに、ヨークと磁石との嵌合性について、良好な場合をA、あまり良くない場合をB、悪い場合をCとして評価した。コギングトルクに関する評価としては、スピンドルモータの用途に関しては、TC≤4

gfcmであることが必須である。従って、4gfcm以下を良好な場合としてAを、5～9gfcmはB、10gfcm以上は全く使用においては論外というレベルでCと判定した。

【0027】以上の結果からも明らかなように、従来技術に対比した比較例1～4については、すべて、コギングトルクの観点からは全く実用に耐えないということが明らかとなった。それに対して、本発明品である実施例のみがコギングトルクを極めて小さな値とでき、尚且つ、逆起電力についても良好な結果を示しており、モータ性能 K_e/T_c としては比較例に比べて約7倍優れた

性能を有することが明らかとなった。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例の界磁ローターの模式断面図である。

【図2】比較例1の界磁ローターの模式断面図である。

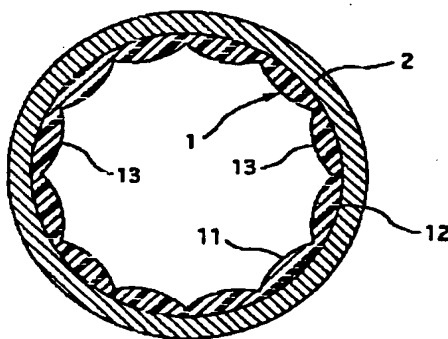
【図3】比較例2の界磁ローターの模式断面図である。

【図4】比較例3の界磁ローターの模式断面図である。

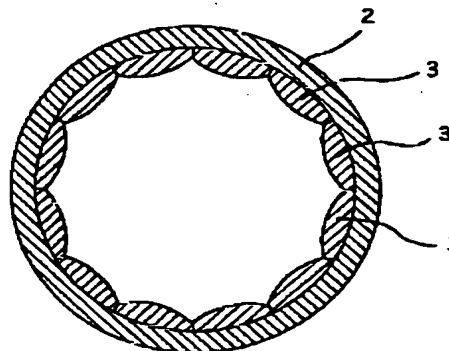
【符号の説明】

1はラジアル異方性磁石からなる筒状界磁磁石、2は界磁ヨーク、3はセグメント磁石である。11は電機子側の周面、12は反電機子側の周面、13は磁極面。

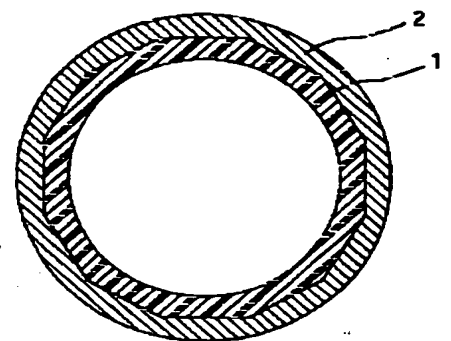
【図1】



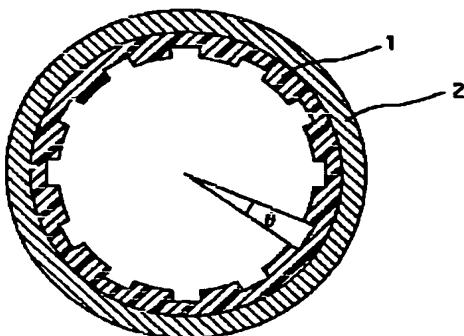
【図2】



【図4】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 林 捷二
愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製
鋼株式会社内

(72)発明者 長屋 大輔
愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製
鋼株式会社内